

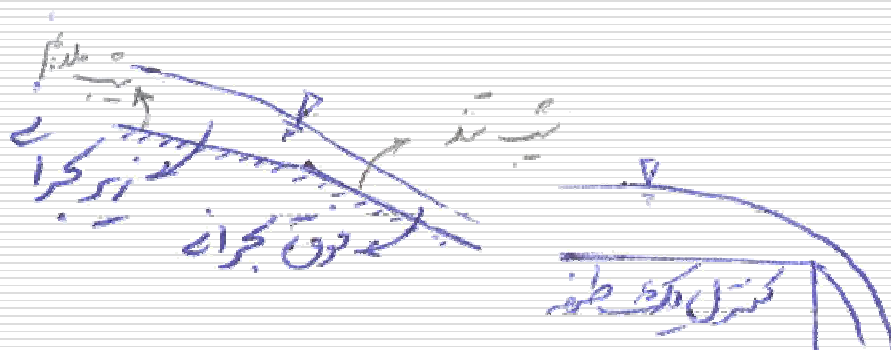
فصل ۶

جریان متغیر تدریجی – مفاهیم

فصل 6

کنترل : یک رابطه در کانال است که بین عمق و دبی رابطه برقرار می کند. کنترلرها در کانالهای باز موجب می شوند که جریان در طولی از کانال از حالت یکنواخت خارج شده و به حالت غیریکنواخت تبدیل گردد.

به عنوان مثال شکستگی در بستر: در بسیار بالا دست و بسیار پایین دست جریان یکنواخت است. (به دلیل شیب ملایم)، همین طور محل ریزش آزاد آب



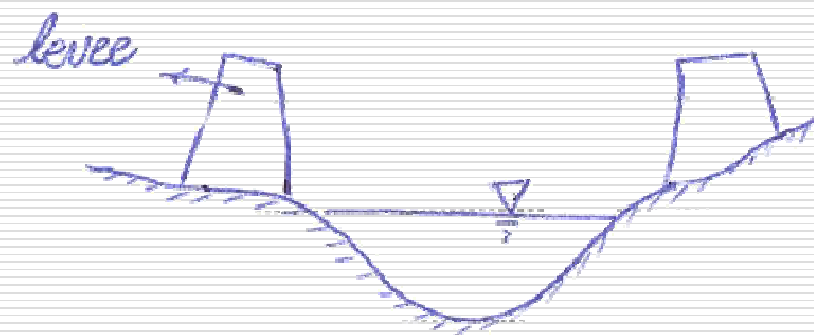
□ ضرورت جريان غير يکنواخت :

■ مدیریت سيل در رودخانه:

□ احداث سيل بند Levee

□ پهنه بندی سيل Flood Zoning

□ بیمه سيل



■ دو شیوه برای کنترل سيل:

□ سازه ای (structural): مانند دیزل بند.

□ غير سازه ای (non – structural): پیش‌بینی سيل

با پیش‌بینی سيل می‌توان به مردم هشدار و آماده باش داد، از طرفی می‌توان مخزن را تخلیه نمود.

فصل 6

$$H = z + y + \frac{V^2}{2g} \Rightarrow \frac{dH}{dx} = \frac{d}{dx} \left(z + y + \frac{V^2}{2g} \right) = -S_f \text{ (Friction Slop)} = -\frac{V^2}{C^2 R}$$

$$\frac{d}{dx} \left(y + \frac{V^2}{2g} \right) = -\frac{dz}{dx} - S_f \Rightarrow \frac{dE}{dx} = S_0 - S_f \quad (1)$$

$$\frac{dE}{dy} = 1 - Fr^2, \quad \frac{dE}{dx} = \frac{dE}{dy} \cdot \frac{dy}{dx} \Rightarrow \frac{dy}{dx} (1 - Fr^2) = S_0 - S_f \quad (2)$$

فصل 6

تعریف:

- شیب ملایم (Mild slope): شیبی است که جریان یکنواخت روی آن، زیر بحرانی باشد.
 - شیب بحرانی (critical slope): جریان یکنواخت بحرانی
 - شیب تند (steep slope): جریان یکنواخت فوق بحرانی این مفاهیم هیدرولیکی هستند.
- y_c : عمق بحرانی - y_o : عمق یکنواخت

□ نوع شیب به میزان زیادی به زبری کانال و به میزان کمی به دبی کانال بستگی دارد.

■ $y_c^{3/2} \propto q$: جریان بحرانی در کانال مستطیلی

■ $q \propto y_0^{5/3}$: معادله مانینگ در کانال مستطیلی عریض.

■ از تشابه نزدیک بین توان ها : $5/3 \cong 3/2$ می فهمیم که میزان کمی به دبی بستگی دارد.

■ بنابراین در کانال مستطیلی عریض داریم $S = 21.3n^2q^{-2/9}$

■ اگر شیب بیشتر از این مقدار باشد، شیب تند و اگر کمتر باشد شیب ملایم است.

فصل 6

□ یک حالت وقوع جریان بحرانی:

■ ثابت می کنیم در O جریان بحرانی است.

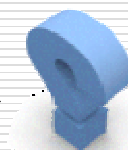
■ کانال طویل است.

■ حالت $S_0 = S_f$ در در نظر بگیرید.



$$(2) \Rightarrow \frac{dy}{dx}(1 - Fr^2) = S_0 - S_f \Rightarrow \begin{cases} \frac{dy}{dx} = 0 \\ Fr = 1 \end{cases} \quad \text{پس جریان یکنواخت است.}$$

پس مصداق فیزیکی $\frac{dy}{dx} \neq 0, Fr = 1, S_0 = S_f$ چیست؟

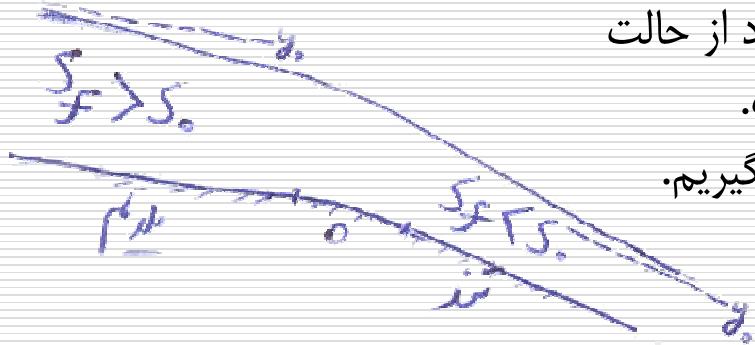


□ جریان در فاصله زیادی در بالادست نقطه O ، یکنواخت و زیر بحرانی است.

□ جریان در فاصله زیادی در پایین دست نقطه O یکنواخت و فوق بحرانی است.

فصل 6

■ پس جریان ناگزیر است در نقطه ای از مسیر خود از حالت بحرانی عبور کند که این نقطه فعلاً معلوم نیست. نقطه O را به صورت قوس کوتاهی در نظر می گیریم.



■ در قسمتی از منطقه انتقالی (غیریکنواخت)

□ در بالادست نقطه O: $[Q = AV] \Rightarrow [Chezy] S_f > S_0$ $y < y_0 \Rightarrow V > V_0$

□ در پایین دست نقطه O: $[Q = AV] \Rightarrow [Chezy] S_f > S_0$ $y > y_0 \Rightarrow V < V_0$

□ پس در منطقه انتقالی نقطه ای وجود دارد که $S_f = S_0$ ؛ و چون $\frac{dy}{dx} \neq 0$ ، لزوماً $Fr = 1$

S_f ، Fr هر دو توابعی از عمق هستند.

$$\frac{dy}{dx} = \frac{S_0 - S_f}{1 - Fr^2} \quad (3)$$

□ طبقه بندی پروفیل‌های طولی :: بررسی کلی

■ از معادله (۳) شکل کلی پروفیل‌ها را می‌توان استنتاج نمود. علامت صورت و مخرج چگونگی تغییر علامتها را با y بررسی می‌کنیم.

$$S_f = \frac{V^2}{C^2 R} = \frac{Q^2}{C^2 A^2 R} = \frac{Q^2 P}{C^2 A^3}, \quad Fr^2 = \frac{V^2 B}{gA} = \frac{Q^2 B}{gA^2}$$

■ مشاهده می‌شود که برای مقدار مشخص Q ، نحوه تغییرات S_f و Fr^2 با عمق جریان (y)، تقریباً یکسان است. چرا که P ، بخصوص در کانال‌های عریض تفاوت چندانی با B ندارد.

■ از آنجا که S_f و Fr^2 به شدت به A^{-3} بستگی دارند، با افزایش y ، کاهش می‌یابد و برعکس.

■ با توجه به تعریف جریان یکنواخت ($S_f = S_0$, $y = y_0$) و جریان بحرانی ($y = y_c$, $Fr = 1$)

$$S_f \geq S_0 : y \leq y_0 \quad (4) \quad \text{نتیجه می‌گیریم:}$$

$$Fr \geq 1 : y \leq y_c \quad (5)$$

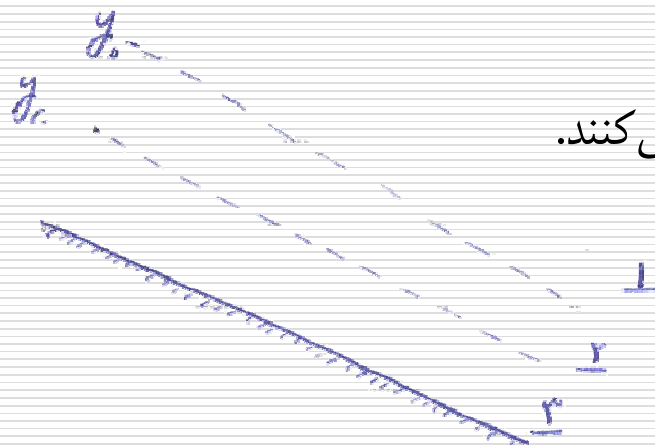
فصل 6

□ پروفیل‌های شیب ملایم:

■ خطوط عمق بحرانی و عمق نرمال، ۳ ناحیه ایجاد می‌کنند.

۱ و ۲: زیر بحرانی

۳: فوق بحرانی



□ ناحیه ۱: $y > y_0 > y_c \xrightarrow{(4)} S_f < S_0 \xrightarrow{(5)} Fr < 1 \xrightarrow{(3)} \frac{dy}{dx} > 0$

□ ناحیه ۲: $y_0 > y > y_c \xrightarrow{(4)} S_f > S_0 \xrightarrow{(5)} Fr < 1 \xrightarrow{(3)} \frac{dy}{dx} < 0$

□ ناحیه ۳: $y_0 > y_c > y \xrightarrow{(4)} S_f > S_0 \xrightarrow{(5)} Fr > 1 \xrightarrow{(3)} \frac{dy}{dx} > 0$